

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO BRASIL: Uma Análise Bibliométrica

MANOEL MARTINS DA COSTA JÚNIOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

FERNANDO SCHRAMM

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

PROFA. DRA. VANESSA BATISTA SCHRAMM

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

Introdução

A emergência sobre a situação dos ecossistemas mundiais ganhou eco principalmente a partir de década de 2000, com o lançamento de relatório da iniciativa global denominada Millennium Ecosystem Assessment, alertando sobre risco da viabilidade da vida na terra (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). A partir disso, iniciativas foram estabelecidas em todo mundo. Uma destas iniciativas foi o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que, segundo Wunder (2005), corresponde a transações voluntárias entre provedores e usuários de serviços ecossistêmicos, visando a garantia da provisão destes últimos.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Neste período, o Brasil estabeleceu suas primeiras experiências, e, em pouco tempo, tornou-se um foco para estudos sobre a aplicação desse instrumento na América Latina (Perevochtchikova, Castro-Díaz, Langle-Flores, & Ugalde, 2021), desta forma, muitos trabalhos científicos passaram a ser realizados envolvendo programas de PSA. Assim surge a seguinte pergunta: qual o overview das pesquisas científicas no tema de PSA no Brasil? Neste estudo, será apresentado um overview das pesquisas científicas no tema de PSA no Brasil, a partir de uma revisão bibliométrica.

Fundamentação Teórica

O estabelecimento de Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil começa ainda no final do século passado, quando foi criado um programa denominado Proambiente. Em termos de legislação, a primeira possibilidade de pagamento pela prestação de serviços ambientais foi estabelecida com a aprovação de uma atualização do Código Florestal, em 2012, que, em seu artigo 41, coloca o PSA como uma alternativa para a melhoria ecossistêmica. Após mais de uma década de espera, porém, o PSA ganhou uma lei própria, denominada de Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), aprovada em 2021.

Metodologia

Este estudo é caracterizado como uma análise bibliométrica. O primeiro passo para realizar esta análise foi selecionar a plataforma onde seriam aplicados os termos de busca. Optou-se por utilizar a Web of Science™. Após isto, foi realizado um filtro qualitativo. 65 artigos foram removidos, procedendo-se, então, a análise sobre um total de 165 artigos, para a qual foi utilizado o pacote Bibliometrix® para linguagem R. Os artigos foram avaliados a partir de seis categorias principais: (i) campo de pesquisa, (ii) autores, (iii) citações, (iv) filiações dos autores, (v) revistas e (vi) temas.

Análise dos Resultados

O primeiro artigo na busca data do ano de 2007, a partir disto, são notadas duas fases distintas: na primeira, compreendida entre 2007 e 2013, a média de produção anual era de quatro artigos. Na segunda, entre 2014 e setembro de 2022, a média passou para 15,67 artigos por ano. Ao se observar a evolução dos temas durante o tempo, as tendências, tanto do último período da década de 2010, como dos primeiros anos da década de 2020, indicam uma aplicação de pesquisas para a avaliação dos reais impactos dos programas existentes no país, ou modelagem de resultados futuros em novas áreas de aplicação.

Conclusão

Em termos gerais, é uma produção que acompanha o início da implementação do PSA e sua popularização nos últimos anos, porém, ainda permanece uma área pouco explorada. As universidades brasileiras se destacam na lista instituições nas quais os pesquisadores são filiados. A cocorrência de palavras mostra um foco nos biomas amazônico e atlântico. A partir da maturidade adquirida, se torna possível o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os impactos da política como um todo, através do desenvolvimento de modelos e ferramentas que capturem toda a sua complexidade econômica, ambiental e social.

Referências Bibliográficas

Battisti, F., & Salini, S. (2013). Robust analysis of bibliometric data. *Statistical Methods and Applications*, 22(2), 269–283. <https://doi.org/10.1007/s10260-012-0217-0> Kull, C. A., Sartre, X. A., & Castro-Larrañaga, M. (2015). The political ecology of ecosystem services. *Geoforum*, 61, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.004> Millennium Ecosystem Assessment (Program). (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press. Wunder, S. (2005). *Payments for environmental services: Some nuts and bolts* (42). <http://www.cifor.cgiar.org>

Palavras Chave

Pagamento por Serviços Ambientais, Serviços Ecossistêmicos, Revisão de Literatura

Agradecimento a órgão de fomento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO BRASIL: Uma Análise Bibliométrica

1 INTRODUÇÃO

A emergência sobre a situação dos ecossistemas mundiais ganhou eco principalmente a partir de década de 2000, com o lançamento de relatório da iniciativa global denominada *Millenium Ecosystem Assessment*, alertando sobre risco da viabilidade da vida na terra (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) A partir disso, iniciativas foram estabelecidas em todo mundo.

Uma destas iniciativas foi o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que, segundo Wunder (2005), corresponde a transações voluntárias entre provedores e usuários de serviços ecossistêmicos, visando a garantia da provisão destes últimos. Os serviços ecossistêmicos são vários, normalmente divididos em quatro categorias diferentes: provisão, regulação, suporte e culturais. Já os serviços ambientais, diferentemente dos ecossistêmicos, são atividades deliberadas que visam a manutenção, melhoria e recuperação dos serviços ecossistêmicos (Canada & Mariottoni, 2016). Os PSAs remuneram agentes que adotem ações como: atividades econômicas menos agressivas ao meio ambiente, interrupção de procedimentos danosos previamente realizados, recuperação ou cedimento de áreas para recuperação do ecossistema degradado etc., oferecendo, para isto, um estímulo, financeiro ou não, que enseje uma atitude ambientalmente responsável (Börner et al., 2010).

Existem relatos de programas com características de PSA ainda no final da década de 1980 (Wunder, Engel, & Pagiola, 2008). Porém, foi a partir da década de 1990 que surgiram iniciativas de destaque em países tropicais como o programa nacional de recuperação hidrológica da Costa Rica, financiado a partir de taxas cobradas sobre o combustível (Chomitz, Brenes, & Constantino, 1999), ou a iniciativa estabelecida no México alguns anos depois (Muñoz-Piña, Guevara, Torres, & Braña, 2008), apenas para citar alguns.

Neste período, o Brasil estabeleceu suas primeiras experiências, e, em pouco tempo, tornou-se um foco para estudos sobre a aplicação desse instrumento na América Latina (Perevochtchikova, Castro-Díaz, Langle-Flores, & Ugalde, 2021), desta forma, muitos trabalhos científicos passaram a ser realizados envolvendo programas de PSA. Assim surge a seguinte pergunta: qual o *overview* das pesquisas científicas no tema de PSA no Brasil?

Neste estudo, será apresentado um *overview* das pesquisas científicas no tema de PSA no Brasil, a partir de uma revisão bibliométrica. Com esta análise, pretende-se elucidar as características mais proeminentes a respeito do desenvolvimento de pesquisas sobre o tema, traçando um panorama geral que auxilie no próprio entendimento de como este mecanismo se assentou ou vem sendo trabalhado entre as alternativas tradicionais de políticas ambientais, podendo identificar lacunas ou caminhos que direcionem o desenvolvimento de novas análises em uma área na qual o Brasil é, particularmente, um foco de atenção em todo o mundo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PSA no Brasil

O estabelecimento de Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil começa ainda no final do século passado, quando foi criado um programa denominado Proambiente, inicialmente no estado do Pará através de atores privados e organizações da sociedade civil, mas depois federalizado e expandido para outros estados da Região Amazônica, o qual se propunha a incentivar pequenos produtores da região a adotar práticas ambientais sustentáveis que tinham como objetivos a obtenção de sequestro de carbono, preservação da biodiversidade, recuperação hidrológica e conservação do solo (Hall, 2008).

Embora o Proambiente tenha sido encerrado em 2006 (Simonet, Subervie, Ezzine-De-Blas, Cromberg, & Duchelle, 2019), foi apenas um primeiro passo, com várias experiências tendo surgido nos anos seguintes. O exemplo mais conhecido se iniciou na cidade de Extrema, sul de Minas Gerais, sendo denominado “Conservador das Águas”. O Conservador das Águas foi estabelecido no ano de 2005 como uma iniciativa municipal visando a proteção das nascentes hídricas do município, as quais contribuem para o sistema Cantareira, que abastece a região metropolitana de São Paulo, a mais povoada do país, através de ações como restauração florestal e redução erosiva através de conservação do solo (Bremer et al., 2020).

Logo, o Conservador das Águas atraiu parcerias de organizações não-governamentais e entidades privadas, e recebeu o apoio de órgãos estaduais e federais. Em um intervalo de menos de dez anos de aplicação, o referido programa já havia cadastrado mais de 200 propriedades, restaurado mais de seis mil hectares de mata nativa e ganhado destaque nacional, além de premiações internacionais (Prefeitura Municipal de Extrema, 2017). Desde então, inúmeras outras iniciativas surgiram inspiradas em seu exemplo, podendo ser citados tanto programas hídricos como o Produtor de Água e Floresta, da cidade de Rio Claro, Rio de Janeiro ou o Protetor de Água do Rio Camboriú, das cidades de Balneário Camboriú e Camboriú, Santa Catarina; ou focados na mitigação das emissões de carbono, como o SISA, no estado do Acre e o Bolsa Floresta, no Amazonas.

Em termos de legislação, a primeira possibilidade de pagamento pela prestação de serviços ambientais foi estabelecida com a aprovação de uma atualização do Código Florestal, em 2012, que, em seu artigo 41, coloca o PSA como uma alternativa para a melhoria ecossistêmica através de uma série de serviços listados: aumento do estoque e diminuição do fluxo de carbono; conservação da beleza cênica, da biodiversidade, das águas, serviços hídricos e do solo; regulação do clima; e valorização cultural (Lei 12.651, 2012). Após mais de uma década de espera, porém, o PSA ganhou uma lei própria, denominada de Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), aprovada em 2021.

De acordo com a PNPSA, existem quatro possibilidades de remunerações possíveis por serviços ambientais: as transferências diretas, as melhorias sociais em comunidades tradicionais, os certificados de redução de emissões de carbono, e, por fim, as Cotas de Reserva Ambiental (CRA) (Lei 14.119, 2021). Alguns estudos vêm sendo feitos para mapear o desenvolvimento de programas no país, focados em alguns tipos específicos. O trabalho de Coelho, Gomes, Cassano, & Prado (2021), por exemplo, identificaram cerca de 68 iniciativas em todo o Brasil somente para melhorias da provisão e qualidade hídrica. Salles, Salinas, & Paulino (2017) mostraram que existiam pelo menos 89 programas na Região Amazônica que visavam uma recompensa monetária pela manutenção ou sequestro de carbono.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo é caracterizado como uma análise bibliométrica. A bibliometria é um meio de analisar a produção acadêmica em um determinado campo através de parâmetros quantitativos (Choudhri, Siddiqui, Khan, & Cohen, 2015), tendo como principal preocupação avaliar os resultados da ciência (Battisti & Salini, 2013).

O primeiro passo para realizar esta análise foi selecionar a plataforma onde seriam aplicados os termos de busca. Optou-se por utilizar a *Web of Science*TM, pois ela possui uma cobertura das fontes mais relevantes da literatura, tendo uma avaliação robusta principalmente em termos de campos de pesquisa com evolução recente (a partir de década de 1990) (Battisti & Salini, 2013; Choudhri et al., 2015), algo que pode ser aplicado para estudos sobre PSA (Yu et al., 2020).

Após isto, foram aplicados os seguintes parâmetros, com os respectivos conectivos booleanos: ((TS=("ecosystem service*" OR "environmental service*")) AND TS=(payment*))

$AND TS=(Brasil* OR Brazil*)$. Como o campo de pesquisa sobre PSA tem um desenvolvimento recente, optou-se por não selecionar um intervalo de tempo. A linguagem utilizada nos artigos foi restrita a “inglês” e “português”, e foram selecionados apenas documentos do tipo “artigo” e “revisão”. A pesquisa foi realizada no dia 25 de agosto de 2022 e resultou em 230 artigos após a aplicação destes filtros iniciais.

Após isto, foi realizado um filtro qualitativo: primeiro com a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, depois com a leitura completa dos artigos. Este procedimento aconteceu para que se garantissem algumas condições: (i) os artigos fossem efetivamente voltados para a análise de programas de PSA efetivamente implementados, ou da análise da política de PSA de uma forma geral, no mínimo como uma alternativa para as regiões estudadas; (ii) esta análise tinha que ser direcionada ao Brasil, pelo menos de forma parcial, tendo esta localização sendo mencionada de forma explícita; (iii) estes artigos não fossem meras revisões da literatura já existente até aquele momento; (iv) os artigos sobre PSA não fizessem apenas uma análise do arcabouço legal sobre a política no país, fugindo do escopo deste estudo.

Após a aplicação destes filtros, 65 artigos foram removidos, procedendo-se, então, a análise sobre um total de 165 artigos, para a qual foi utilizado o pacote *Bibliometrix*® para linguagem R. Os artigos foram avaliados a partir de seis categorias principais: (i) campo de pesquisa, (ii) autores, (iii) citações, (iv) filiações dos autores, (v) revistas e (vi) temas. Ao todo, foram 12 aspectos analisados (Tabela 1).

Tabela 1

Categorias de análise

Categoria	Aspectos analisados
Campo de pesquisa	Produção científica anual <i>H-index</i>
Autores	Lei de Lotka Total de publicações Lei de Bradford
Revistas	Total de publicações <i>H-index</i>
Citações	Total de citações por artigo
Afiliações	Total de publicações Total de ocorrências
Temas	Coocorrência de palavras Evolução temática

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção científica anual

O primeiro artigo na busca data do ano de 2007 (Börner, Mendoza & Vosti, 2007). A partir disto, são notadas duas fases distintas de interesse: na primeira, compreendida entre 2007 e 2013, a média de produção anual era de quatro artigos e o ano mais produtivo foi 2011, com 8 artigos publicados. Na segunda, entre 2014 e setembro de 2022, a média passou para 15,67 artigos por ano, sendo 2020 o ano mais produtivo, com 20 publicações, e 2016 o menos produtivo, com 11, ou seja, ainda superior ao pico de publicações alcançado na fase anterior (Figura 1).

O cenário nacional é semelhante ao encontrado na análise de publicações abrangendo outras partes do mundo, onde foi denotado um interesse crescente especialmente após a Conferência Rio +20, realizada no Brasil em 2012 (Yu et al., 2020).

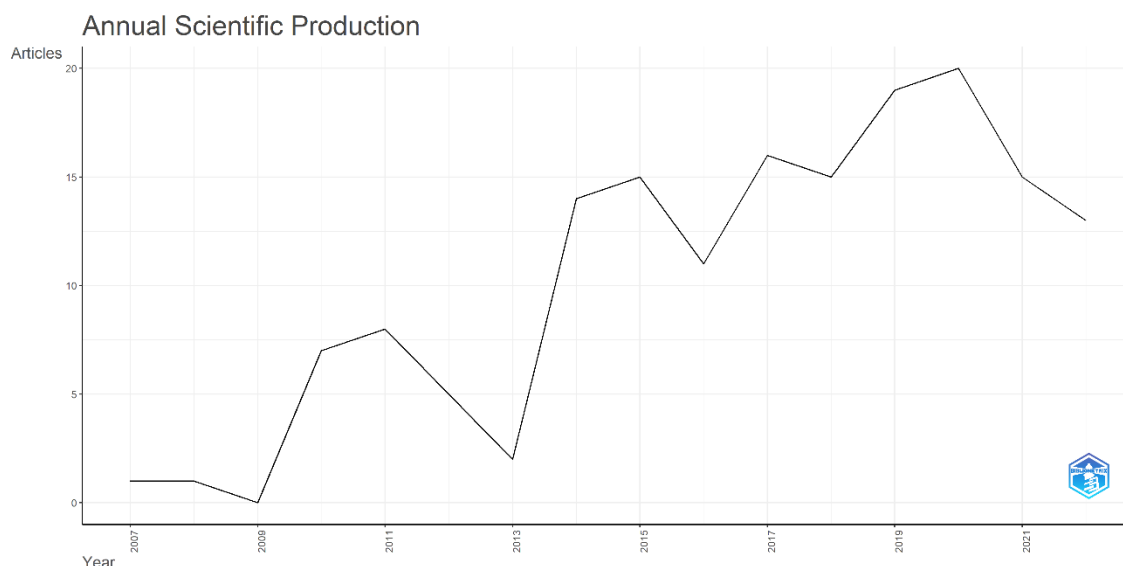


Figura 1. Produção científica anual

4.2 *H-index* (autores)

O *h-index* visa avaliar o impacto de autores e revistas através de uma mescla entre a quantidade de publicações e a quantidade de citações de cada publicação, baseado no conjunto de artigos mais citados para cada elemento avaliado (Choudhri et al., 2015). Os cinco autores com *h-index* mais elevado são: Börner, Brancalion, Palmer, Putz e Wunder (Figura 2).

Jan Börner é um pesquisador vinculado ao *Center for Development Research* da Universidade de Bonn, Alemanha, com estudos voltados para a aplicação do programa *REDD+*, iniciativa global da Convenção para Mudanças Climáticas da ONU visando o estabelecimento de um mercado de compensação de carbono, na Amazônia, seja avaliando resultados e processos de estabelecimento de iniciativas já implementadas, como o Bolsa Floresta e o SISA, ou a potencial efetividade em termos econômicos e/ou ambientais da política em termos gerais na região. Sven Wunder, vinculado ao *CIFOR (Center for International Forest Research)*, é um parceiro usual nesses estudos, com ambos compartilhando extensivamente sua produção. Artigos com a participação deste último também apresentam metodologias para avaliar a propensão a participar de potenciais beneficiários, considerando principalmente aspectos econômicos.

Charles Palmer é vinculado ao *Department of Geography and Development* da *London School of Economics*, Inglaterra, atuando também na Região Amazônica, na qual realizou estudos que avaliaram aspectos comportamentais de participantes e não participantes de programas, assim como a efetividade de implementação através da priorização de áreas potenciais considerando as atividades produtivas e o custo-benefício.

Em outro foco da literatura sobre PSA, Pedro Brancalion, vinculado ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade de São Paulo (USP), participou de estudos localizados na Região Sudeste, os quais abordaram uma diversidade de temas e objetivos. São principalmente voltados para os programas ligados às bacias hidrográficas, incluindo casos estabelecidos como o Conservador das Águas, onde são avaliados resultados ambientais e processos institucionais de implementação, mas também o potencial da política em si e seus principais desafios, como a aceitação social por parte de potenciais beneficiários, assim como a avaliação das dinâmicas de uso da terra na região e outros tipos de serviços ecossistêmicos, inclusive culturais.

Francis Putz, vinculado ao *Department of Biology* da Universidade da Flórida, Estados Unidos, é, dentre os cinco principais autores, o único que possui uma atuação híbrida entre os principais PSAs brasileiros, com estudos tanto voltados para programas hidrográficos localizados na Região Sudeste, como ligados ao mercado de carbono na Amazônia. Os primeiros, direcionados a programas já implementados, avaliam tanto aspectos comportamentais dos participantes quanto a efetividade de custo das ações realizadas, enquanto os últimos, com característica *ex-ante*, investigam os potenciais efeitos ambientais, econômicos e sociais, assim como a atratividade de programas para produtores locais.

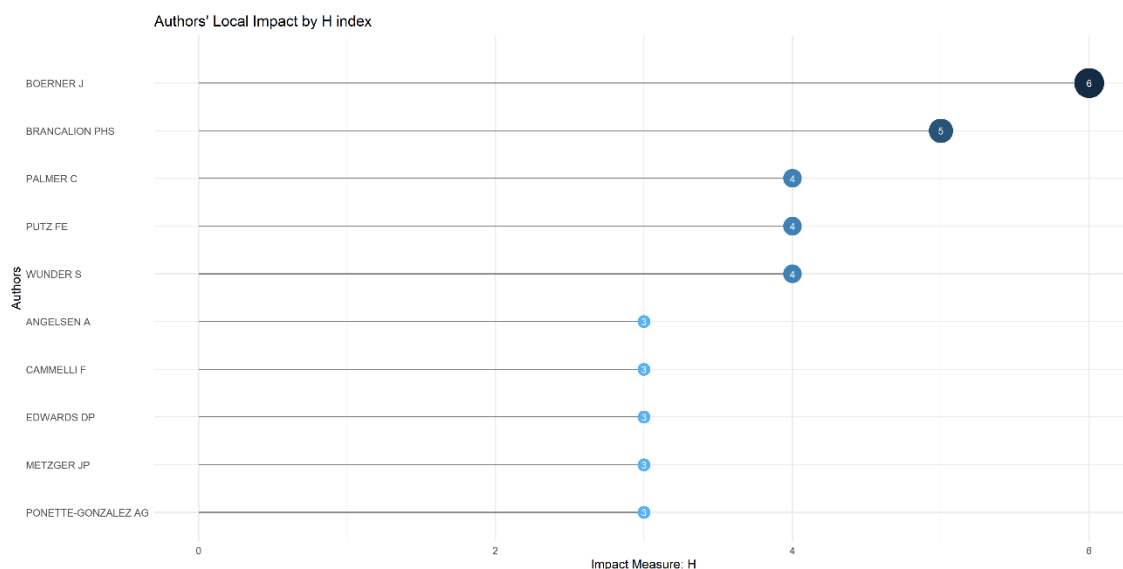


Figura 2. *H-index* dos autores

4.3 Lei de Lotka

A Lei de Lotka mede a produtividade científica através do entendimento de que a quantidade de autores sobre determinado tema é inversamente proporcional a quantidade de publicações para cada autor (Kumar, Sharma, & Garg, 1998). Para o tema PSA no Brasil, cerca de 84% dos autores têm apenas uma publicação, enquanto a quantidade de autores com três ou mais artigos é de apenas 3% (17 autores). Apenas dois autores possuem cinco ou mais publicações, Börner e Brancalion, que estão entre os autores mais produtivos e os com maior impacto na área, conforme o *h-index*.

4.4 Total de publicações por autor

Os 10 autores que mais publicaram sobre PSA são, na seguinte ordem: Börner, Brancalion, Angelsen, Edwards, Palmer, Putz, Wunder, Cammelli, Delacote e Figueiredo (Figura 3). Observando a revisão bibliométrica abrangendo publicações em todo o mundo sobre PSA, realizada por Yu et al. (2020), apenas Wunder coincide nas duas listas. Os oito autores mais produtivos também estão entre os oito com maior impacto, conforme o *h-index*, não necessariamente em posições coincidentes na comparação entre os dois aspectos.

Além dos nomes citados em tópico anterior, a literatura sobre a aplicação do *REDD+* na Amazônia conta com a presença de Arild Angelsen e Philippe Delacote, inclusive em trabalhos conjuntos. O primeiro é vinculado ao *CIFOR* e a *School of Economics and Business* da Universidade Norueguesa de Ciências da Vida, e conta com um importante artigo sobre o

acordo firmado entre a Noruega e o Brasil que resultou no Fundo Amazônia (Angelsen, 2017). O segundo tem filiação às Universidades de Lorraine e de Paris-Saclay e ao *INRAE (Institut National de la Recherche Agronomique)*, todos localizados na França.

David Edwards e Ricardo Figueiredo possuem trabalhos tanto na Região Amazônica como na Mata Atlântica, porém, o primeiro, vinculado à *School of Biosciences* da Universidade de Sheffield, Inglaterra, possui trabalhos voltados a programas de Floresta e Carbono, enquanto o segundo é vinculado à Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e possui estudos sobre a aplicação do PSA em questões hídricas. Por fim, Federico Cammelli, pertencente ao *Environmental Policy Lab* do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, trabalha tanto com o *REDD+* na Amazônia, como com perspectivas generalistas de implantação no Cerrado.

Em termos temporais, é interessante notar a longevidade da produção científica de Börner, autor com mais artigos, abrangendo todo o recorte temporal encontrado nesta pesquisa, desde o primeiro trabalho publicado sobre o tema, o único em 2007, até 2022. Wunder também possui publicações espalhadas entre 2010 e 2022. Ambos são os únicos que possuem produção científica dentro das duas segmentações encontradas para o interesse sobre o tema no Brasil, a mais modesta (2007/2013), e a mais produtiva (2014/2022).

Os demais autores possuem uma produção mais recente, toda dentro da segunda fase mencionada. Alguns, como Brancalion (entre 2014 e 2018) e Putz (entre 2018 e 2020), possuem como característica um pico de publicações dentro de um curto espaço de tempo, enquanto os demais têm uma produção mais espaçada dentro do período, normalmente abrangendo até o último ano considerado para esta pesquisa.

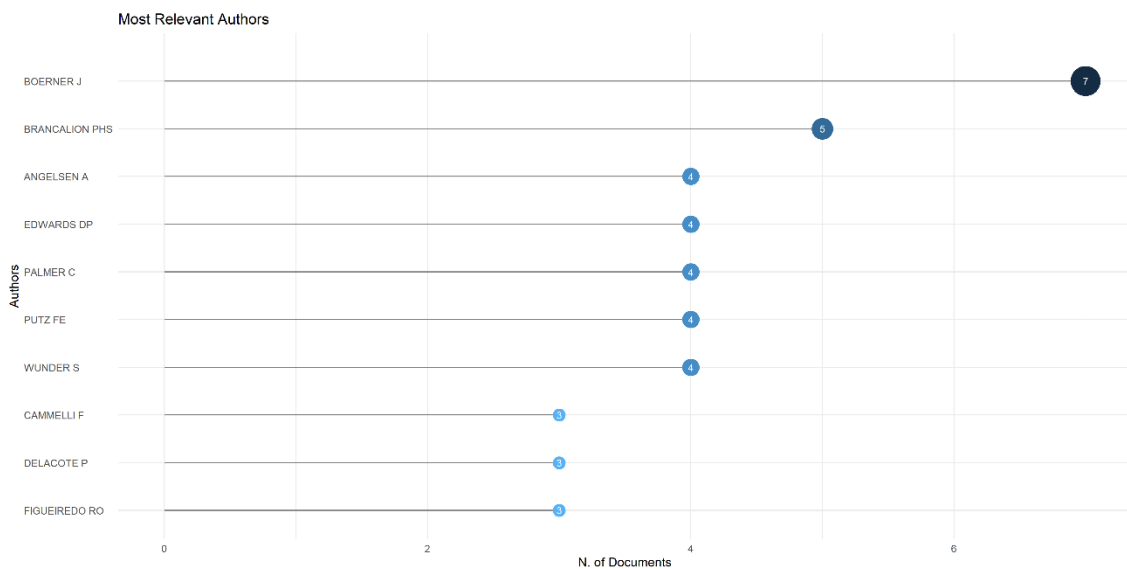


Figura 3. Total de publicações por autor

4.5 Lei de Bradford

A Lei de Bradford é uma forma prática de identificar os periódicos que são mais relevantes em uma determinada área do conhecimento, partindo da premissa de que somente um pequeno conjunto de revistas científicas realiza publicações sobre um tópico específico (Alvarado, 2016). As fontes principais sobre o tema no Brasil são, na seguinte ordem: *Ecological Economics*, *Ecosystem Services*, *Land Use Policy*, Engenharia Sanitária e

Ambiental, Forests, Science of the Total Environment, e Journal of Environmental Management.

Ecological Economics, Ecosystem Services, Land Use Policy, Science of the Total Environment e Journal of Environmental Management são todos publicados pela Elsevier, denotando sua importância para a área, e possuem escopos e amplitudes distintas, que denunciam o caráter diverso dos estudos em termos disciplinares e metodológicos as quais se caracterizam as pesquisas sobre PSA.

Ligados principalmente à exploração e discussão dos fundamentos teóricos, sejam sociais, econômicos, ambientais etc., por onde estão assentadas as iniciativas de PSA, *Ecological Economics* é um periódico publicado em parceria com a Sociedade Internacional de Economia Ecológica (*ISEE*) que visa uma interface entre aspectos econômicos e naturais. *Ecosystem Services*, mais estrito e direcionado, é publicado em parceria com a *Ecosystem Services Partnership*, organização com sede nos Países Baixos, e visa, como principal objetivo, o entendimento dos valores sociais e econômicos dos serviços ecossistêmicos.

Concentrando um escopo de estudos mais aplicado e técnico nas áreas naturais, *Science of the Total Environment* engloba estudos sobre impactos ambientais em todas as camadas que formam o ecossistema terrestre, enquanto *Journal of Environmental Management* lida com a melhoria da qualidade ambiental. *Land Use Policy* trata de temas que convergem em grande parte com os tratados pelos periódicos do parágrafo anterior, porém com aspectos bem delimitados que abrangem o uso territorial urbano e rural.

Forests é publicado pelo MDPI (*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*), baseado na Suíça, e envolve um escopo de discussões amplo relacionado ao ecossistema florestal, desde questões puramente técnicas e naturais até a dinâmica da relação homem-natureza. Por fim, a única revista situada no Brasil é Engenharia Sanitária e Ambiental, publicada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), englobando principalmente aspectos de manejo do solo e da água e suas vertentes relacionadas.

4.6 Total de publicações por periódico

Complementando o tópico anterior, a revista *Ecological Economics* aparece como o periódico com mais publicações sobre o tema, com 17 artigos, seguida por: *Ecosystem Services*, (10 artigos), *Land Use Policy* (9 artigos), Engenharia Sanitária e Ambiental (6 artigos), *Forests* e *Science of the Total Environment* (5 artigos cada uma). Entre os dez periódicos com mais publicações, dois são nacionais: Engenharia Sanitária e Ambiental e Revista Brasileira de Ciência do Solo (Figura 4).

Cerca de 56% dos periódicos publicaram apenas um ou dois artigos sobre o tema, com apenas 12 deles tendo três ou mais artigos publicados. Seis dos dez periódicos com mais artigos publicados relacionados ao PSA no Brasil também configuram entre as mais produtivas sobre o tema em todo o mundo, de acordo com Yu et al. (2020), com as três primeiras colocações deste trabalho e do artigo citado sendo coincidentes em termos de revista e ordem de classificação.

Os autores mais relevantes da área possuem publicação na *Ecological Economics*, que produziu uma edição especial sobre o tema, em 2008 (Engel, Pagiola, & Wunder, 2008). Este periódico também possui um papel longitudinal importante, mantendo a liderança em termos de publicações desde o primeiro artigo da base, em 2007, tendo o último sido publicado em 2020. *Ecological Economics*, junto com *Forests*, Revista Brasileira de Ciência do Solo e *Forest Policy and Economics*, entre as dez principais revistas, possuem artigos dentro dos dois recortes temporais de produtividade (2007/2013 e 2014/2022), com as demais aparecendo apenas após 2014.

Há de se sublinhar também a revista *Ecosystem Services*, a única publicação, dentre as citadas, especializada no tema, cujo primeiro artigo foi publicado apenas em 2014, mas em apenas dois anos assumiu o segundo lugar entre os periódicos com mais artigos publicados.

De um modo geral, todas as principais revistas apresentaram um crescimento junto com o *boom* registrado após 2014, porém com uma tendência à estabilização e decréscimo de publicações, principalmente a partir de 2020. Isso pode ser decorrente da pandemia de Covid-19, que teve implicações na produção científica.

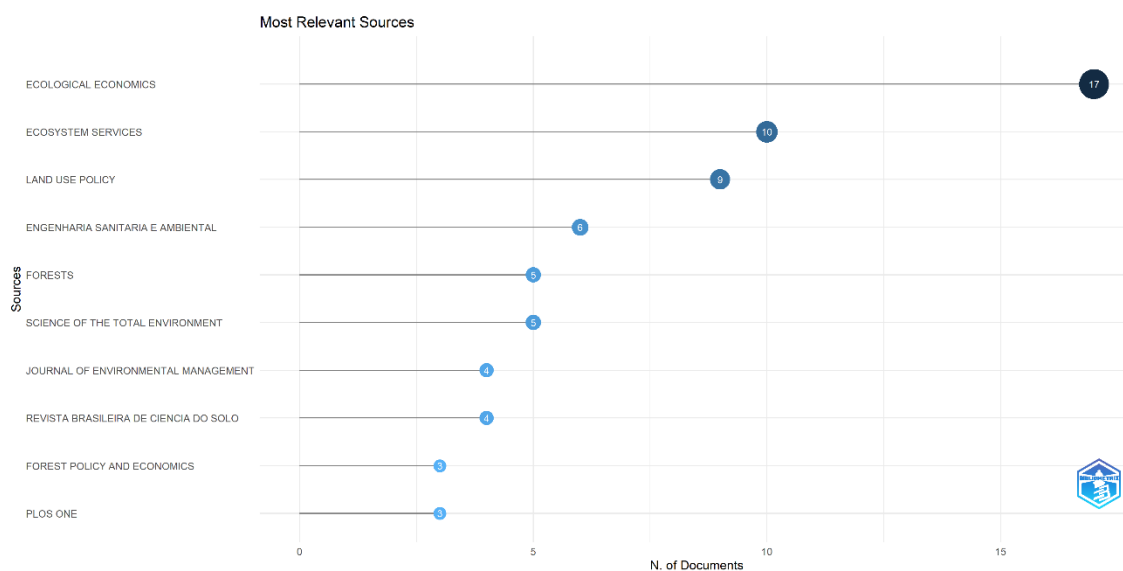


Figura 4. Total de publicações por periódico

4.7 *H-index* (periódicos)

A mensuração do *h-index* para os periódicos mostra um recorte parecido com o total de publicações, coincidindo o nível de impacto e o total de artigos publicados para as dez primeiras revistas, com diferenças apenas na ordem de posições (Figura 5).

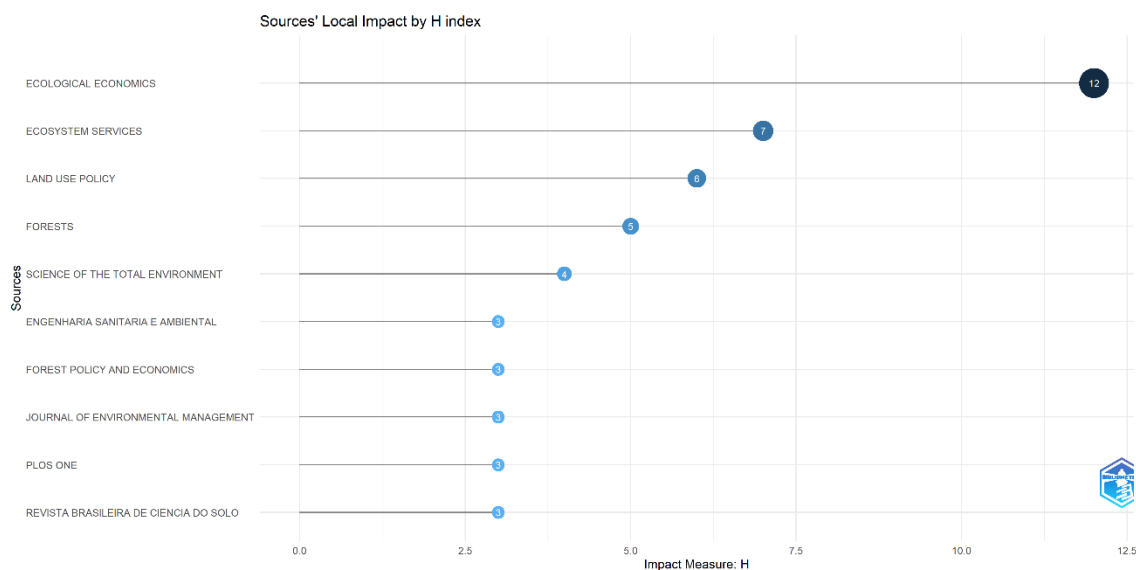


Figura 5. *H-index* dos periódicos

4.8 Total de citações

O artigo mais destacado em termos de citações é “*Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - a review*”, de Tschardt et al. (2011) (Tabela 2). Existe uma discrepância entre os autores mais produtivos e sua contribuição entre os artigos mais citados: apenas dois aparecem como autores principais, Börner e Angelsen, e outros dois como autores secundários de algum dos artigos com mais citações, Brancalion (em dois deles) e Wunder. Oito dos artigos com mais citações foram publicados no intervalo entre 2010 e 2015, e apenas dois após 2015.

Entre os artigos mais citados, pode-se observar que a maioria possui um escopo temporal *ex-ante* em relação ao PSA. Alguns são estudos aplicados sobre intervenções ambientais ou modos específicos de uso da terra que apresentam o Pagamento por Serviços Ambientais como uma alternativa para o seu impulsionamento (Latawiec, Strassburg, Brancalion, Rodrigues, & Gardner, 2015; Scarano & Ceotto, 2015; Tschardt et al., 2011). Outros possuem objetivos semelhantes, mas situam o PSA como um centro de sua análise sobre efeitos (Banks-Leite et al., 2014; Ferraz et al., 2014; Hamilton & Friess, 2018), ou realizam estudos a respeito do entorno econômico, social, cultural e histórico que serviam de base ainda para os primeiros passos dados sobre os programas no país (Angelsen, 2017; Börner et al., 2010; Corbera, Estrada, May, Navarro, & Pacheco, 2011).

Apenas um artigo incorpora efetivamente uma análise sobre os resultados de um programa específico implementado (Kull, Sartre, & Castro-Larrañaga, 2015), porém, dentro de uma análise teórica densa sobre as diferentes correntes envolvidas e suas influências no desenvolvimento teórico do PSA.

Como características gerais, é notável que apenas dois dos artigos estejam publicados nas revistas mais importantes em termos de número de publicações e *h-index*: Börner et al. (2010) em *Ecological Economics* e Corbera et al. (2011) em *Forests*. Quatro deles focam no bioma atlântico e quatro no amazônico, enquanto um trata de manguezais e outro não especifica qual. Metade dos artigos com mais citações buscam tratar de questões ligadas ao REDD+ e os programas de carbono, enquanto apenas um é direcionado especificamente aos serviços hidrológicos (Latawiec et al., 2015).

Tabela 2

Artigos mais citados

Artigo	Autor (es)	Citações
“ <i>Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - a review</i> ”	Tschardt et al. (2011)	410
“ <i>Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot</i> ”	Banks-Leite et al. (2014)	260
“ <i>Brazilian Atlantic Forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change</i> ”	Scarano & Ceotto (2015)	165
“ <i>Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications</i> ”	Börner et al. (2010)	160
“ <i>The political ecology of ecosystem services</i> ”	Kull et al. (2015)	157
“ <i>Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012</i> ”	Hamilton & Friess (2018)	153
“ <i>Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes</i> ”	Latawiec et al. (2015)	101
“ <i>How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning?</i> ”	Ferraz et al. (2014)	101
“ <i>REDD plus as Result-based Aid: General Lessons and Bilateral Agreements of Norway</i> ”	Angelsen (2017)	98
“ <i>Rights to Land, Forests and Carbon in REDD plus: Insights from Mexico, Brazil and Costa Rica</i> ”	Corbera et al. (2011)	83

4.9 Total de publicações por instituições

São seis universidades brasileiras com mais afiliações entre os autores que publicam sobre PSA, com destaque para a Universidade de São Paulo (USP), com 42 (Figura 6). O resultado já era esperado visto que os estudos dizem respeito a iniciativas realizadas no Brasil. Além da USP, tem-se: Universidade Federal de Viçosa (UFV) (3º), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) (7º), Universidade Federal de Lavras (UFLA) (8º), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (9º) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (10º). Todas elas são localizadas em estados das regiões Sudeste (5) e Sul (1). Apesar de serem maioria, somente duas universidades nacionais estão entre as cinco com mais trabalhos

Chama a atenção a presença do já mencionado *Center for International Forestry Research (CIFOR)*, uma organização sem fins lucrativos atuante em diversos países do mundo que conduz pesquisas sobre questões ambientais, sendo a quinta com mais artigos sobre o tema. No estudo de Yu et al. (2020), o *CIFOR* apareceu como a segunda instituição mais produtiva, possuindo diversas pesquisas a respeito de PSA e vários autores de destaque, com contribuições essenciais para o desenvolvimento da área ao longo dos anos. Um artigo seminal sobre Pagamento por Serviços Ambientais, que definiu o conceito mais conhecido sobre esta política, foi publicado em um artigo de conferência do *CIFOR* (Wunder, 2005).

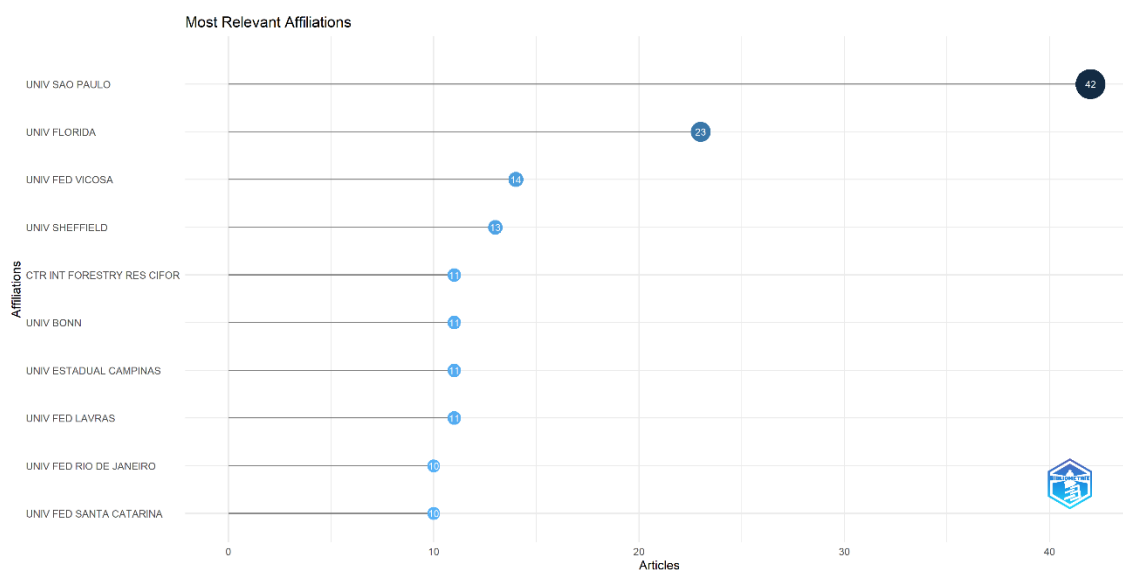


Figura 6. Publicações por afiliação

4.10 Palavras mais recorrentes

Como esperado, as palavras mais presentes nos trabalhos referem-se aos dois conceitos fundamentais que abarcam os PSA: *environmental services* (serviços ambientais) e *ecosystem services* (serviços ecossistêmicos), o próprio termo *payments* (pagamentos) aparece como a quarta palavra mais citada em títulos, resumos e palavra-chave, complementando a definição do PSA (Figura 7). É interessante denotar que dentro da língua inglesa existe uma variação quanto à denominação do PSA, com alguns autores tratando-o como *Payments for Ecosystem Services*, e outros como *Payments for Environmental Services*, ambos podendo ser reduzidos à mesma sigla, PES, deste modo, existe uma combinação entre os três termos, variando a depender do artigo.

A revisão bibliométrica conduzida por Yu et al. (2020) identificou um maior uso de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos. Por outro lado, Wunder (2005), em seu artigo que definiu o conceito de PSA, opta por Pagamento por Serviços Ambientais, ressaltando, todavia, que as diferenças são pouco significantes. No Brasil, convencionou-se o termo Pagamento por Serviços Ambientais, ou PSA,

Outros termos entre os mais presentes estão associados à própria natureza de funcionamento dos programas, incluindo objetivos em termos de ações realizadas ou ameaças evitadas, além de alvos de preservação: *deforestation* (desmatamento), *conservation* (conservação), *land-use* (uso da terra), *management* (manejo), *biodiversity* (biodiversidade) e *forest* (floresta). O último termo faz referência ao bioma Mata Atlântica (*Atlantic Forest*) e indica uma concentração de programas neste bioma, conforme já observado em Coelho et al. (2021).

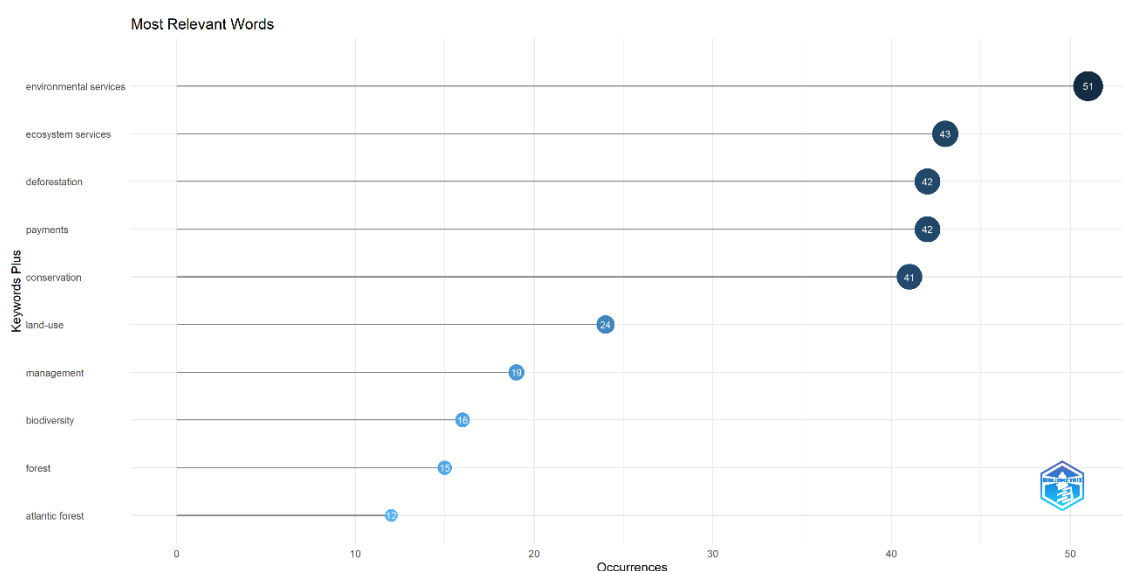


Figura 7. Palavras mais recorrentes

4.11 Coocorrência de palavras

Podem ser identificados três *clusters* principais para os estudos sobre PSA no Brasil (Figura 8). O primeiro é abrangente e está centrado justamente nos termos mais recorrentes identificados no tópico anterior, e do qual se derivam as demais associações. Para além das principais palavras, podem ser identificadas algumas que denotam a presença de estudos com um enfoque mais amplo, de natureza institucional, os quais tratam da própria viabilidade da aplicação da política no território nacional, como: “lições”, “políticas”, “desafios”, “estado” etc. Os dois outros *clusters* que complementam a imagem possuem um enfoque com uma designação geográfica clara e características que identificam como o PSA é aplicado nos respectivos ecossistemas.

A segunda coocorrência de palavras tem como destaque o termo “conservação” e está direcionado a estudos sobre o bioma amazônico. Termos como “conservação” e “manejo” indicam um ambiente de floresta preservada, onde os principais tipos de PSA encontrados são relacionados com a redução das emissões de carbono (termos “carbono”, “emissões”, “biomassa”). Os PSA amazônicos são geralmente vinculados ao REDD+ (Salles et al., 2017). Outras questões importantes para estes estudos são fatores socioeconômicos, uma vez que se trata de uma das regiões mais pobres do país, onde objetivos sociais costumam ser tão ou mais

importantes que os ambientais, como se pode observar nos programas que mais se destacam em termos de pesquisas, o Bolsa Floresta e o SISA (Greenleaf, 2020; Silva-Muller, 2022), além dos direitos de propriedade, algo considerado essencial dentro do escopo teórico do PSA, mas que é alvo de intenso conflito na respectiva região, devido ao seu isolamento geográfico e baixa povoação (Börner et al., 2010).

O terceiro e último *cluster* tem como termo principal “uso da terra”, e está vinculado ao bioma atlântico. Os PSAs nesta região possuem uma natureza distinta dos encontrados na Amazônia, por estarem situados em um ambiente de intensa degradação e alta pressão populacional (Motta & Ortiz, 2018; Scarano & Ceotto, 2015), demandando mudanças principalmente em relação às práticas agrícolas tradicionais de uso intensivo da terra, através da adoção de uma produção menos agressiva ou da restauração ecossistêmica, normalmente com um foco na melhoria da qualidade e quantidade hídricas. Vários estudos para este bioma buscam analisar os impactos causados pelas ações dos programas implementados, os quais, em geral, têm obtido resultados mistos, principalmente em termos de escala, quanto à efetividade da política.

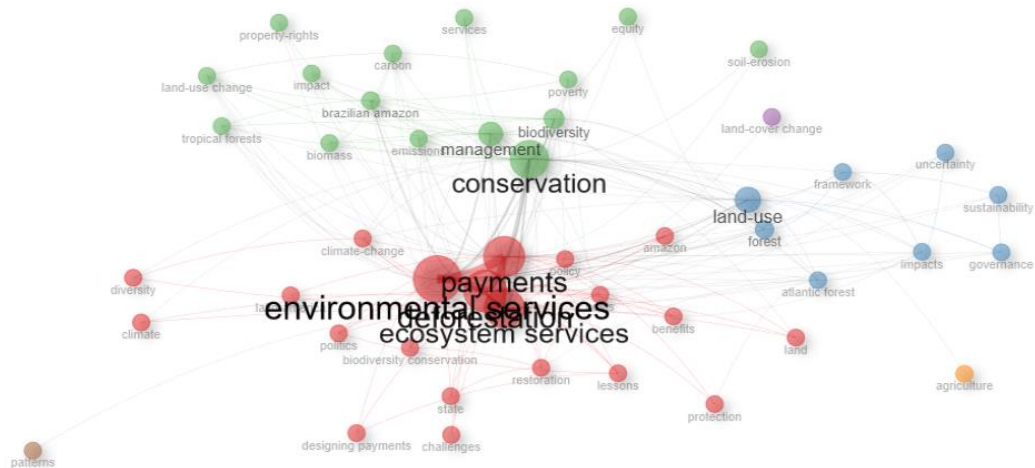


Figura 8. Coocorrência de palavras

4.12 Evolução temática

Ao se observar a evolução dos temas durante o tempo (Figura 9), podem ser identificados os seguintes aspectos: estudos direcionados ao bioma amazônico tiveram um pico no meio da década de 2010, com menor interesses em anos recentes, ao contrário do que se observa em relação aos termos ligados ao *cluster* do bioma atlântico; de um modo geral, a maioria das palavras foram mais recorrentes no intervalo entre 2015 e 2020, o que coincide com o aumento repentino de interesse dos pesquisadores sobre o tema, com apenas dois dos termos tendo ocorrência nos últimos três anos (impacto e incerteza); a palavra com alcance mais longitudinal é “mudança no uso da terra”, porém, com um pico ainda no começo da década passada; por fim, as tendências, tanto do último período da década de 2010, como dos primeiros anos da década de 2020, indicam uma aplicação de pesquisas para a avaliação dos reais impactos dos programas existentes no país, ou modelagem hipotética de resultados futuros em novas áreas de aplicação, tomando como base a experiência adquirida a partir das iniciativas já implementadas, uma vez que diversas já possuem mais de uma década de implementação.

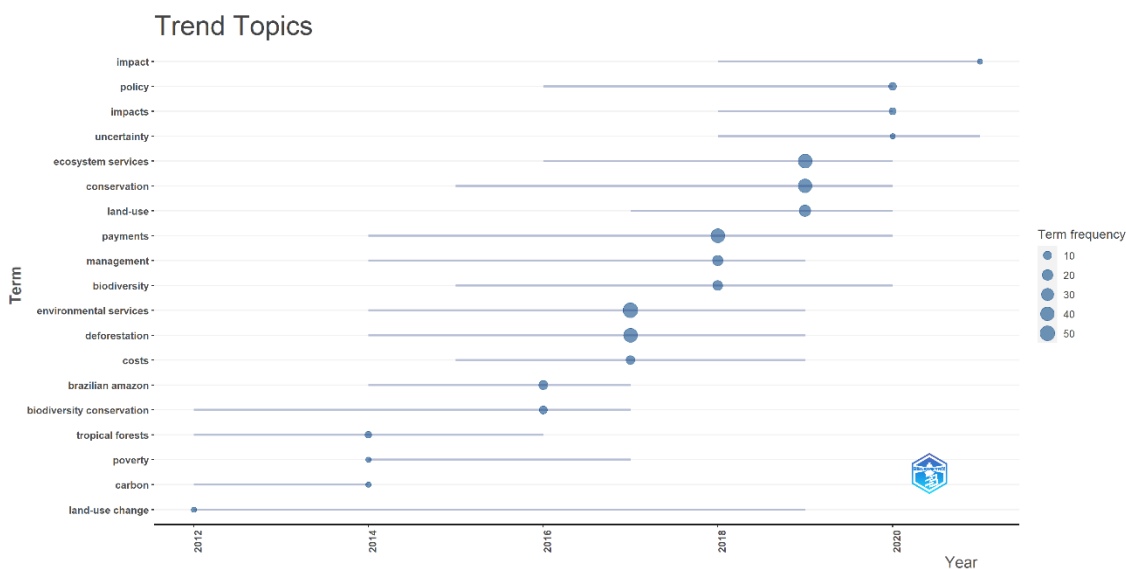


Figura 9. Evolução temática

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou analisar a produção científica sobre o PSA no Brasil através de uma análise bibliométrica. Os resultados indicam uma produção recente, estabelecida nos últimos 15 anos, mas que apresenta dois recortes distintos: o intervalo entre 2007 e 2013 é caracterizado por uma média de menos de cinco artigos, enquanto a produção entre 2014 e 2022 é de mais de 15 artigos por ano, denotando um crescimento pós Rio +20 condizente com o encontrado mundialmente por outros autores. Acredita-se que a queda de publicações do início desta década tenha sido apenas um aspecto pontual em virtude de fatores externos, como a pandemia de Covid-19

Em termos gerais, é uma produção que acompanha o início da implementação do PSA e sua popularização nos últimos anos, porém, ainda permanece uma área relativamente pouco explorada. Também é possível observar que o Brasil atrai o interesse dos pesquisadores mais renomados da área, tendo alguns deles como os mais produtivos. As universidades brasileiras se destacam na lista de principais instituições nas quais os pesquisadores são filiados, denotando também uma grande presença de contribuição doméstica sobre o tema. A coocorrência de palavras mostra um foco nos biomas amazônico e atlântico, com tipos distintos de PSA presentes nos mesmos. A fase atual da literatura aponta para uma avaliação dos resultados e impactos reais ou hipotéticos de iniciativas já estabelecidas ou passíveis de serem implementadas no país.

Deste modo, observa-se que o PSA é um tema recente, com várias possibilidades de desenvolvimento de pesquisas. A partir da maturidade adquirida através da observação de programas com mais de uma década de existência, se torna possível o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os impactos reais da política como um todo, através do desenvolvimento de modelos e ferramentas que capturem toda a sua complexidade econômica, ambiental e social.

Recomenda-se para trabalhos futuros a integração de outras fontes, inclusive de enfoque em publicações locais, o que pode ser de grande valia para um olhar minucioso sobre a produção nacional sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, R. U. (2016). Growth of Literature on Bradford's Law. *Investigación Bibliotecológica*, 30(68), 51–72.
- Angelsen, A. (2017). REDD+ as Result-based Aid: General Lessons and Bilateral Agreements of Norway. *Review of Development Economics*, 21(2), 237–264. <https://doi.org/10.1111/rode.12271>
- Banks-Leite, C., Pardini, R., Tambosi, L. R., Pearse, W. D., Bueno, A. A., Bruscagin, R. T., Condez, T. H., Dixo, M., Igari, A. T., Martensen, A. C., & Metzger, J. P. (2014). Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science*, 345(6200), 1038–1041. <https://doi.org/10.1126/science.1255487>
- Battisti, F., & Salini, S. (2013). Robust analysis of bibliometric data. *Statistical Methods and Applications*, 22(2), 269–283. <https://doi.org/10.1007/s10260-012-0217-0>
- Börner, J., Mendoza, A., & Vosti, S. A. (2007). Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: Interrelationships and policy prescriptions. *Ecological Economics*, 64(2), 356–373. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.001>
- Börner, J., Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S., Tito, M. R., Pereira, L., & Nascimento, N. (2010). Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications. *Ecological Economics*, 69(6), 1272–1282. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.003>
- Bremer, L. L., Hamel, P., Ponette-González, A. G., Pompeu, P. V., Saad, S. I., & Brauman, K. A. (2020). Who Are we Measuring and Modeling for? Supporting Multilevel Decision-Making in Watershed Management. *Water Resources Research*, 56(1). <https://doi.org/10.1029/2019WR026011>
- Canada, C. B. S., & Mariottoni, C. A. (2016). Analysis of multicriteria in the practice of environmental services in areas of watersheds. *Journal of Sustainable Forestry*, 35(7), 500–514. <https://doi.org/10.1080/10549811.2016.1225511>
- Chomitz, K. M., Brenes, E., & Constantino, L. (1999). Financing environmental services: The Costa Rican experience and its implications. *Science of the Total Environment*, 240(1–3), 157–169. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00310-1](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00310-1)
- Choudhri, A. F., Siddiqui, A., Khan, N. R., & Cohen, H. L. (2015). Understanding bibliometric parameters and analysis. *Radiographics*, 35(3), 736–746. <https://doi.org/10.1148/rg.2015140036>
- Coelho, N. R., Gomes, A. S., Cassano, C. R., & Prado, R. B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 26(3), 409–415. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190055>
- Corbera, E., Estrada, M., May, P., Navarro, G., & Pacheco, P. (2011). Rights to land, forests and carbon in REDD+: Insights from Mexico, Brazil and Costa Rica. *Forests*, 2(1), 301–342. <https://doi.org/10.3390/f2010301>
- Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>

- Ferraz, S. F. B., Ferraz, K. M. P. M. B., Cassiano, C. C., Brancalion, P. H. S., Luz, D. T. A., Azevedo, T. N., Tambosi, L. R., & Metzger, J. P. (2014). How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning? *Landscape Ecology*, 29(2), 187–200. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-9988-z>
- Greenleaf, M. (2020). The value of the untenured forest: land rights, green labor, and forest carbon in the Brazilian Amazon. *Journal of Peasant Studies*, 47(2), 286–305. <https://doi.org/10.1080/03066150.2019.1579197>
- Hall, A. (2008). Better RED than dead: Paying the people for environmental services in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1498), 1925–1932. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0034>
- Hamilton, S. E., & Friess, D. A. (2018). Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nature Climate Change*, 8(3), 240–244. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0090-4>
- Kull, C. A., Sartre, X. A., & Castro-Larrañaga, M. (2015). The political ecology of ecosystem services. *Geoforum*, 61, 122–134. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.004>
- Kumar, S., Sharma, P., & Garg, K. C. (1998). Lotka's Law and Institutional Productivity. *Information Processing & Management*, 34(6), 775–783.
- Latawiec, A. E., Strassburg, B. B. N., Brancalion, P. H. S., Rodrigues, R. R., & Gardner, T. (2015). Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(4), 211–218. <https://doi.org/10.1890/140052>
- Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Lei n° 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n°s 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm#art15.
- Millennium Ecosystem Assessment (Program). (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press.
- Motta, R. S., & Ortiz, R. A. (2018). Costs and Perceptions Conditioning Willingness to Accept Payments for Ecosystem Services in a Brazilian Case. *Ecological Economics*, 147, 333–342. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.01.032>
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J. M., & Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65(4), 725–736. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.031>
- Perevochtchikova, M., Castro-Díaz, R., Langle-Flores, A., & Ugalde, J. J. V. T. (2021). A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America, 2000–2020. *Ecosystem Services*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101270>

- Prefeitura Municipal de Extrema. (2017). *Conservador das Águas - 12 anos*.
- Salles, G. P., Salinas, D. T. P., & Paulino, S. R. (2017). How Funding Source Influences the Form of REDD + Initiatives: The Case of Market Versus Public Funds in Brazil. *Ecological Economics*, *139*, 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.003>
- Scarano, F. R., & Ceotto, P. (2015). Brazilian Atlantic Forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. *Biodiversity and Conservation*, *24*(9), 2319–2331. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0972-y>
- Silva-Muller, L. (2022). Payment for ecosystem services and the practices of environmental fieldworkers in policy implementation: The case of Bolsa Floresta in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, *120*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106251>
- Simonet, G., Subervie, J., Ezzine-De-Blas, D., Cromberg, M., & Duchelle, A. E. (2019). Effectiveness of a REDD1 project in reducing deforestation in the Brazilian Amazon. In *American Journal of Agricultural Economics* (Vol. 101, Issue 1, pp. 211–229). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay028>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Bhagwat, S. A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., Hölscher, D., Jührbandt, J., Kessler, M., Perfecto, I., Scherber, C., Schroth, G., Veldkamp, E., & Wanger, T. C. (2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - A review. In *Journal of Applied Ecology* (Vol. 48, Issue 3, pp. 619–629). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x>
- Wunder, S. (2005). *Payments for environmental services: Some nuts and bolts* (42). <http://www.cifor.cgiar.org>
- Wunder, S., Engel, S., & Pagiola, S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, *65*(4), 834–852. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.010>
- Yu, H., Xie, W., Yang, L., Du, A., Almeida, C. M. V. B., & Wang, Y. (2020). From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift? In *Science of the Total Environment* (Vol. 700). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134627>